

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-268278

(43)Date of publication of application : 17.10.1995

---

(51)Int.Cl. C09D163/00  
C09D163/00  
C08G 59/62  
C08L 63/00  
C08L 63/00  
H01B 7/34  
H01L 21/60

---

(21)Application number : 06-061753

(71)Applicant : HITACHI LTD  
TANAKA DENSHI KOGYO KK

(22)Date of filing : 30.03.1994

(72)Inventor : EGUCHI KUNIYUKI  
SEGAWA MASANORI  
WATANABE HIROSHI  
TSUBOSAKI KUNIHIRO  
AKIYAMA YUKIHARU  
MIKINO HIROSHI  
ABE TAKEAKI  
EBARA TAKEHIKO

---

(54) HEAT-RESISTANT COATING MATERIAL AND BONDING WIRE COATED THEREWITH

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a heat-resistant coating material which can give a coating film resistant to breakage caused by softening or thermal deterioration on the periphery of a conductor or a metal wire by forming the coating film from a heat-resistant coating material comprising a specified epoxy resin and to provide a heat-resistant coated conductor and a coated bonding wire.

CONSTITUTION: The coating material comprises an epoxy resin having a glass transition temperature of 125° C or above. It is desirable that the epoxy resin used is a cured resin product prepared by reacting an epoxy resin having at least two epoxy groups in the molecule with a resin curing agent having a phenolic hydroxyl group. In order to lower the rigidity of the coating film and to improve the properties of the film, it is desirable to add a thermoplastic resin having an elongation at break larger than that of a thermoplastic resin to the epoxy resin. By adding a dispersible flexibilizer to the epoxy resin, the rigidity of the epoxy resin film can be lowered, and the rigidity and elongation at break can be improved without detriment to the heat resistance of the epoxy resin.

---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-268278

(43)公開日 平成7年(1995)10月17日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 9 D 163/00	P K H			
	P K F			
C 0 8 G 59/62	N J S			
C 0 8 L 63/00	N J Q			
	N K B			

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平6-61753	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成6年(1994)3月30日	(71)出願人	000217332 田中電子工業株式会社 東京都中央区日本橋茅場町2丁目6番6号
		(72)発明者	江口 州志 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
		(72)発明者	瀬川 正則 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
		(74)代理人	弁理士 秋田 収喜
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 耐熱被覆材およびそれを用いた被覆ボンディングワイヤ

(57)【要約】

【目的】 耐熱性にすぐれ、被覆膜の軟化または熱劣化に起因する膜破壊を防止することのできる耐熱被覆材、例えば、ボンディング不良を生じることなく、強度を確保することができ、しかも被覆膜の軟化・熱劣化による短絡を防止する被覆ボンディングワイヤ等の耐熱被覆導体を提供する。

【構成】 エポキシ樹脂とフェノール樹脂硬化剤からなるエポキシ樹脂組成物を硬化して得られる耐熱エポキシ樹脂を被覆材とし、透明または半透明の被覆膜を形成する熱可塑性樹脂または5ミクロン以下の分散粒子径を形成する可とう化剤を含み、ガラス転移温度が125℃以上を有する耐熱エポキシ樹脂を被覆材として用いる。

【効果】 本発明による被覆膜は、耐熱性に優れ、外的な力による被覆膜のひびや剥離などを抑え、均一性や柔軟性を確保し、ボンディング性を阻害しない。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導体の周囲を被覆する絶縁性の耐熱被覆材であって、被覆膜がガラス転移温度 125℃以上となるエポキシ樹脂でなることを特徴とする耐熱被覆材。

【請求項 2】 導体の周囲を絶縁性の耐熱被覆材で被覆した耐熱被覆導体であって、被覆膜がガラス転移温度 125℃以上となるエポキシ樹脂でなることを特徴とする耐熱被覆導体。

【請求項 3】 金属ワイヤの周囲を絶縁性の耐熱被覆材で被覆した被覆ボンディングワイヤであって、被覆膜がガラス転移温度 125℃以上となるエポキシ樹脂でなることを特徴とする被覆ボンディングワイヤ。

【請求項 4】 前記エポキシ樹脂被覆膜が、一分子中に 2 個以上のエポキシ基を有するエポキシ樹脂とフェノール性水酸基を有する樹脂硬化剤とを反応させてなる樹脂硬化物であることを特徴とする請求項 1 に記載の耐熱被覆材。

【請求項 5】 前記エポキシ樹脂被覆膜が、一分子中に 2 個以上のエポキシ基を有するエポキシ樹脂とフェノール性水酸基を有する樹脂硬化剤とを反応させて得られる樹脂硬化物及び熱可塑性樹脂とからなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 の何れかに記載の耐熱被覆材、耐熱被覆導体。

【請求項 6】 前記エポキシ樹脂被覆膜が、エポキシ樹脂硬化物と相溶性または分散性に優れ、透明または半透明被覆膜を形成する熱可塑性樹脂を含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れかに記載の耐熱被覆材、耐熱被覆導体、被覆ボンディングワイヤ。

【請求項 7】 前記エポキシ樹脂被覆膜が、エポキシ樹脂内に 5 ミクロン以下の分散粒子を形成する可とう化剤を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の被覆ボンディングワイヤ。

【請求項 8】 前記エポキシ樹脂被覆膜が、エポキシ樹脂内に 5 ミクロン以下の分散粒子を形成するブタジエン系共重合体、末端または側鎖アミノ基、エポキシ基、カルボキシル基変性ブタジエン系共重合体及び末端または側鎖アミノ基、エポキシ基、カルボキシル基変性シリコン樹脂のうちの 1 種類以上からなる可とう化剤を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の被覆ボンディングワイヤ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、耐熱被覆材、耐熱被覆導体及び被覆ボンディングワイヤに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 例えば半導体装置における半導体チップの電極端子（ボンディングパッド）と外部導出リード（インナーリード）との電気的接続には、従来から、金、アルミニウム、銅などで造られた金属線のみからな

2

る、いわゆる裸ワイヤが主に用いられている。しかし、最近では半導体の高集積、高密度実装化に伴い、半導体パッケージサイズが小形、薄肉化するとともに、半導体装置の多ピン化によってボンディング部の数が非常に多くなってきており、ボンディングワイヤ相互の間隔が非常に狭くなっている。そのため、ワイヤと半導体チップの端部との接触による短絡、ワイヤとダイパッド端部との接触による短絡、そしてワイヤ相互の接触による短絡などが発生し、半導体装置の電気的信頼性の低下が問題となっている。従来から、これらの問題を改善する方法として、金属線の表面を絶縁膜で被覆した被覆ワイヤを使用することが考えられている。

【0003】 このような被覆ワイヤに関しては、たとえば特開昭 57-152137 号、同 57-162438 号、同 60-224237 号、同 61-194735 号、実開昭 61-186239 号、特開平 2-266541 号各公報に提案されている。これらの公知技術によれば、被覆ワイヤの被覆絶縁膜の材料として、ポリウレタン樹脂、ナイロン樹脂、ポリイミド樹脂、フッ素系樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、さらには絶縁ワニスであるエナメル、ホルマール、ポリエステル樹脂または耐熱ポリウレタン樹脂を用いることがそれぞれ記載されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、これらの公知技術に記載されている絶縁被覆膜の材料のうち、ポリエステル樹脂は膜の剛性が高すぎて脆くなるため、ボンディング性が悪く、ボンディング不良を生じるおそれがある。またポリエステル樹脂も含めて、ポリイミド樹脂、ナイロン樹脂、フッ素系樹脂は、樹脂の耐熱性が高いものの、逆に、金属ボールの形成時における加熱温度で分解せずに炭化してしまうので、半導体チップの電極端子へのワイヤボンディング時に被覆ワイヤに付着した炭化物がキャピラリに引っ掛かってワイヤの供給を妨害したり、金属ボールに付着した炭化物の為に、金属ボールと電極端子間の接合性を阻害する。一方リード側への被覆ワイヤボンディングを高信頼で行なうためには、接合部分の被覆を放電等によって熱的に除去することが必要であるが、前記の被覆材料では炭化物が接合部の金属線表面に残留するため、引き続いて行なわれる接合において、信頼性の高い接合を行なうことが出来ない。

【0005】 ポリウレタン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂またはホルマール樹脂は前記した他の樹脂と比べて、ワイヤボンディング時における炭化の問題は少ないが、耐熱性の不足に起因する熱劣化の問題が生じてくる。例えば、半導体装置では半導体チップとリードフレームとをワイヤで結線した後、その周囲をエポキシ樹脂などの樹脂組成物でモールドして封止するが、一般にモールド温度が 150～200℃であるため、ワイヤがダイパッドやチップに接触したり、さらにはワイ

3

ワイヤ間の接触が生じると、これらの材料では被覆膜の軟化によって変形しワイヤとダイパッド間短絡、ワイヤとチップ間短絡さらにはワイヤ間短絡を起こし易い。

【0006】また、樹脂封止型半導体装置は各種信頼性試験において200℃以上の高温に長時間曝されたり、さらには半導体素子の発熱によってワイヤが大きな熱衝撃を受けるため、被覆膜の軟化だけではなく、膜自体の熱劣化による破壊が起き易く、ワイヤがタブやチップへの接触状態、さらにはワイヤ間の接触状態を生じたとすると、それらの間で短絡を発生する。

【0007】以上のように、前記したいずれの公知技術においても、ボンディング時の材料の炭化防止と耐熱性の両方の特性を満足することができない。そのため、作業性と信頼性に優れた被覆ボンディングワイヤを得ることが困難であった。

【0008】本発明の目的は、被覆ワイヤにおいて、被覆膜の軟化または熱劣化に起因する膜破壊を防止することのできる耐熱被覆材、耐熱被覆導体及び被覆ボンディングワイヤを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記の通りである。

【0010】本発明の耐熱被覆材は、ガラス転移温度125℃以上のエポキシ樹脂からなる。

【0011】前記エポキシ樹脂としては通常の一分子中に2個以上のエポキシ基を有するエポキシ樹脂とアミン、酸無水物またはフェノール樹脂などの硬化剤及び硬化促進剤からなる樹脂組成物を加熱または光硬化したものが用いられ、特に、エポキシ樹脂とフェノール樹脂硬化剤からなる樹脂組成物を硬化した樹脂被覆膜が好適である。

【0012】前記エポキシ樹脂には、被覆膜の剛性を下げ、さらに塗膜性の向上を図るため、熱硬化樹脂よりも破断伸びの大きな熱可塑性樹脂を含有させるのが好ましい。この方法によって耐熱性を維持しながら、柔軟性並びに均一性の両方の特性を満足することができる。

【0013】前記エポキシ樹脂と熱可塑性樹脂からなる樹脂組成物は、相溶性または分散性に優れ、ワイヤに塗布後硬化して得られる樹脂被覆膜が透明または半透明になる。熱可塑性樹脂は、耐熱性の低下を抑えて、しかも樹脂硬化物の剛性を下げ、しかも強靱化する効果がある。

【0014】さらに、分散型の可とう化剤を前記のエポキシ樹脂に配合することにより、エポキシ樹脂被覆膜の剛性を下げ、エポキシ樹脂の耐熱性を低下させずに剛性や破断伸びを改良することができる。可とう剤としては、エポキシ樹脂と非相溶で直径5ミクロン以下の分散粒子を形成するものがガラス転移温度を下げずに硬化物の剛性を下げ、強靱化できる。

4

【0015】本発明で用いるエポキシ樹脂組成物には、通常、樹脂の硬化反応を促進するため硬化促進剤が配合される。

【0016】本発明は、前記のような原料を用いて塗料組成物をつくり、これを導体に塗着し、数ミクロンの膜厚に被覆膜化することにより、導体表面を絶縁被覆するものである。

【0017】本発明の被覆ボンディングワイヤは、前記の塗料組成物を金、アルミニウムまたは銅からなるワイヤ本体の外周表面に塗布した後、常用の焼き付け塗装装置で焼き付けることにより得ることができる。

【0018】

【作用】本発明の耐熱被覆材は、ガラス転移温度125℃以上のエポキシ樹脂組成物からなるため、耐熱性に優れている。しかも、このエポキシ樹脂組成物はエポキシ樹脂とフェノール樹脂硬化物で構成されているため、耐湿性と電気特性にも優れている。さらにこの熱硬化性樹脂に熱可塑性樹脂または樹脂硬化物のガラス転移温度の低下を伴わない分散粒子を形成する可とう化剤を配合することにより、被覆膜としての剛性を下げ、しかも被覆膜の強靱化を図ることができる。そのため、熱硬化性樹脂単独では果たしえなかった屈曲などの外的な力による被覆膜のひびや剥離などの発生を抑えることができ、被覆膜としての均一性や柔軟性を満足することができる。

【0019】本発明の被覆材を用いた被覆ボンディングワイヤは、絶縁被覆膜がおもに炭素、酸素並びに水素元素からなる樹脂構造であるため、高温での熱分解性に優れ、被覆膜除去時に炭化物などを発生してボンディング部の接合信頼性を阻害することがない。このような絶縁被覆膜の作用により、実装に際して、ワイヤが突っ張ったり垂れ下がったりしても電氣的短絡を起こすことがない。

【0020】以下、本発明の構成について実施例とともに説明する。

【0021】

【実施例】本実施例では、半導体装置の内部結線に用いられる被覆ボンディングワイヤに適用した場合を例にして本発明を説明する。

【0022】本実施例の耐熱エポキシ樹脂被覆ボンディングワイヤは、ワイヤ本体の外周を被覆する被覆膜がガラス転移温度125℃以上のエポキシ樹脂からなる。ここで規定するエポキシ樹脂のガラス転移温度とは、エポキシ樹脂被覆ボンディングワイヤの電気特性である誘電損失( $\tan \delta$ )の温度特性(室温から約300℃まで測定)において最も大きな $\tan \delta$ 変化を示す温度、すなわち $\tan \delta$ の温度曲線において接線の傾斜が最大となる温度を意味する。本実施例において、被覆膜用エポキシ樹脂のガラス転移温度が125℃未満であると、一般的な半導体装置の使用最高温度と言われている125℃において、被覆ボンディングワイヤの誘電損失が急激

5

に増大して半導体装置の電氣的信頼性が大幅に低下する。

【0023】前記エポキシ樹脂としては通常の一分子中に2個以上のエポキシ基を有するエポキシ樹脂とアミン、酸無水物またはフェノール樹脂などの硬化剤及び硬化促進剤からなる樹脂組成物を加熱または光硬化したものが用いられるが、本実施例では特に、吸湿率が小さくなるエポキシ樹脂とフェノール樹脂硬化剤からなる樹脂組成物を硬化した樹脂被覆膜が好適である。

【0024】前記エポキシ樹脂には、被覆膜の剛性を下げ、さらに塗膜性の向上を図るため、熱硬化樹脂よりも破断伸びの大きな熱可塑性樹脂を含有させるのが好ましい。この方法によって熱硬化型のエポキシ樹脂が有する耐熱性を維持しながら、ボンディングワイヤ用絶縁被覆膜として必要な柔軟性並びに均一性の両方の特性を満足することができる。

【0025】前記エポキシ樹脂と熱可塑性樹脂からなる樹脂組成物は、相溶性または分散性に優れ、ワイヤに塗布後硬化させて得られる樹脂被覆膜が透明または半透明になる。樹脂組成物が相溶性または分散性に欠けると、エポキシ樹脂と熱可塑性樹脂が分離しやすくなるため不透明になり、また被覆膜の厚さと特性のバラツキが大きくなる。そのため、組成物の偏在によって熱可塑性樹脂の占める割合の多い箇所又は膜厚の薄い箇所が生じ、それらの箇所ワイヤとダイパッド間短絡、ワイヤとチップ間短絡、またはワイヤ間短絡が発生しやすくなる。

【0026】さらに、本実施例においては、エポキシ樹脂被覆膜の剛性を下げ、破断伸びを大きくする方法としてエポキシ樹脂マトリックス中で5ミクロン径以下、好ましくは2〜3ミクロン径以下のドメインや粒子を形成する分散型の可とう化剤を前記のエポキシ樹脂に配合することができる。この方法によれば、エポキシ樹脂の耐熱性を低下させずに剛性や破断伸びを改良することができる。

【0027】本実施例において、ワイヤ被覆膜形成用のエポキシ樹脂組成物に用いるエポキシ樹脂は、一分子中にエポキシ基を2個以上有し、半導体封止材またはダイボンド剤として一般的に使用されているイオン性不純物の少ない高純度のものであればいかなるものであってもよい。かかるエポキシ樹脂としては、ビスフェールA、F、ADまたはS型エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、ピフェニル骨格またはナフタレン骨格を有する多官能のエポキシ樹脂、トリまたはテトラ（ヒドロキシフェニル）アルカンエポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂などが挙げられる。

【0028】本実施例において、エポキシ樹脂組成物に用いるフェノール硬化剤としては、例えば、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、フェノールまたはクレゾールベースの3官能硬化剤、フェノールとアラルキルエーテル重縮合物による硬化剤、ピフェニ

6

ルまたはナフタレン骨格を有する多官能の硬化剤、さらには高分子量の硬化剤であるパラ・ビニルフェノール樹脂などがある。かかるフェノール樹脂硬化剤はエポキシ樹脂に対して0.5〜1.5当量が望ましい。硬化剤の配合量がエポキシ樹脂に対して0.5当量未満であると、エポキシ樹脂の硬化が完全に行われなため、硬化物の耐熱性、耐湿性並びに電気特性が劣り、1.5当量を超えると、逆に樹脂硬化後も硬化剤が有する水酸基が多量に残るために電気特性並びに耐湿性が悪くなる。

【0029】本実施例で用いるエポキシ樹脂組成物には、通常、樹脂の硬化反応を促進するため硬化促進剤が配合される。本実施例において、硬化促進剤としては、トリフェニルホスフィン、テトラフェニルホスホニウムテトラフェニルボレートなどの含磷有機塩基性化合物またはこれらのテトラ置換ボロン塩、トリエチレンジアミン、ベンジルメチルアミンなどの3級アミン、1,8-ジアザビシクロ(5,4,0)-ウンデセン、イミダゾール類などの少なくとも1種類が挙げられる。

【0030】本実施例において、前記エポキシ樹脂と併用して用いる熱可塑性樹脂は、耐熱性の低下を抑えて、しかも樹脂硬化物の剛性を下げ、しかも強靱化する効果がある。その例としては、ポリブチレンテレフタレート、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン、ポリスルホン、ポリアリレートなどの耐熱性のエンジニアリングプラスチックやエポキシ樹脂と相容性に優れたフェノキシ樹脂、ポリビニルブチラール、ポリビニルホルマールなどがある。

【0031】これらの熱可塑性樹脂には、加熱硬化中、エポキシ樹脂とも反応するように、熱可塑性樹脂の末端または側鎖にアミノ基、水酸基、エポキシ基、カルボキシル基などの官能基を導入しても良い。このような各種官能基で変性した熱可塑性樹脂はエポキシ樹脂との相容性が良くなるため、分散性の向上を図ることができる。また、エポキシ樹脂との界面での接着力も向上するため、強靱化の効果が大きく現れる。かかる熱可塑性樹脂の配合量は全樹脂組成物に対し2〜40重量%、好ましくは5〜30重量%である。熱可塑性樹脂の配合量が2重量%未満では樹脂硬化物の剛性の低下並びに強靱化に対してほとんど効果が無く、40重量%を超えると樹脂硬化物の耐熱性が大きく低下したり、また、エンジニアリングプラスチックを用いた場合は被覆膜除去において樹脂の炭化の問題が生じる。さらに熱可塑性樹脂の配合量が40重量%を超える場合はエポキシ樹脂硬化物との分離が起りやすくなるため、被覆膜の塗膜性が悪く、特性のバラツキが顕著になる。

【0032】本実施例において、前記エポキシ樹脂と併用する可とう剤としては、エポキシ樹脂と非相溶で直径5ミクロン以下の分散粒子を形成するものがガラス転移温度を下げずに硬化物の剛性を下げ、強靱化できることから、ブタジエン・アクリロニトリル系共重合体及びそ

これらの末端または側鎖アミノ基、エポキシ基、カルボキシル基変性共重合体、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン共重合体及びそれらの末端または側鎖アミノ基、エポキシ基、カルボキシル基変性共重合体並びに末端または側鎖アミノ基、水酸基、エポキシ基、カルボキシル基変性シリコン樹脂系可とう化剤などが用いられる。

【0033】これらの中で、シリコン樹脂系可とう化剤は被覆膜除去において無機のケイ素化合物が残存し易く、ワイヤボンディング性に問題があるため、ブタジエン系の可とう化剤が特に有用である。可とう化剤の配合量は全樹脂組成物に対し2〜20重量%であることが好ましい。可とう化剤の配合量が2重量%以下では硬化物の強靱化や剛性の低下に対してほとんど効果が無く、20重量%を超えると樹脂硬化物の耐熱性が低下したり、可とう化剤がエポキシ樹脂硬化物と分離しやすくなるため被覆膜の塗膜性が悪く、特性のバラツキが顕著になる。

【0034】本実施例は、前記のような原料を用いて塗料組成物をつくり、これをワイヤ本体に塗着し、数ミクロンの膜厚に被覆膜化することにより、ワイヤ表面を絶縁被覆するものである。

【0035】本実施例で用いる前記塗料組成物は、所定量のエポキシ樹脂、フェノール樹脂硬化剤、熱可塑性樹脂または可とう化剤及び硬化促進剤を、適量の有機溶剤（ケトン類、アルコール類、グリコールエーテル類、ナフサ類、N-メチルピロリドンやジメチルホルムアミド、ブチルセロソルブのような極性溶剤）に室温または30〜150℃の温度で均一に溶解し、通常、固形分含量5〜40重量%とすることにより得ることができる。このとき必要に応じ、塗膜均一性を保つための外観改良剤や被覆膜の有無を目視するための染料などの添加剤を適量配合することができる。

【0036】本実施例の耐熱エポキシ樹脂被覆ボンディングワイヤは、前記のような塗料組成物をワイヤ表面に塗布した後、常用の焼き付け塗装装置で焼き付けることにより得ることができる。かかる塗布焼き付け条件は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂硬化剤、熱可塑性樹脂または可とう化剤及び硬化促進剤の配合量によって異なるが、通常200〜300℃で4〜150秒である。焼き付けは、塗料組成物の硬化反応をほぼ完了させるに足りうる温度と時間が必要である。

【0037】このようにして得られた耐熱エポキシ樹脂被覆ボンディングワイヤは、金、アルミニウムまたは銅からなるワイヤ本体の外周に、耐熱エポキシ樹脂からなる絶縁被覆膜が形成される。この場合、他の絶縁被覆膜を併用して複合被覆化してもよい。この複合被覆膜は、本実施例の絶縁被覆膜を形成した後、その絶縁被覆膜の上にさらに他の絶縁被覆膜を形成することによって得られる。この2層目の絶縁被覆膜としては、例えば樹脂の

帯電を防止するための静電気防止剤、モールドレジンと被覆樹脂の接着性を低減するための接着性低減剤などがある。

【0038】本実施例の耐熱エポキシ樹脂被覆ボンディングワイヤは、絶縁被覆膜がガラス転移温度125℃以上のエポキシ樹脂組成物からなるため、耐熱性に優れている。しかも、このエポキシ樹脂組成物はエポキシ樹脂とフェノール樹脂硬化物で構成されているため、耐湿性と電気特性にも優れている。さらにこの熱硬化性樹脂に熱可塑性樹脂または樹脂硬化物のガラス転移温度の低下を伴わない分散粒子を形成する可とう化剤を配合することにより、ワイヤ被覆膜の剛性を下げ、しかも絶縁被覆膜の強靱化を図ることができる。そのため、熱硬化性樹脂単独では果たしえなかった屈曲などの外的な力による被覆膜のひびや剥離などの発生を抑えることができ、ワイヤ被覆膜としての均一性や柔軟性を満足することができる。

【0039】本実施例の耐熱エポキシ樹脂による被覆ボンディングワイヤは、絶縁被覆膜がおもに炭素、酸素並びに水素元素からなる樹脂構造であるため、高温での熱分解性に優れ、被覆膜除去時に炭化物などを発生してワイヤボンディング部の接合信頼性を阻害することがない。このような絶縁被覆膜の作用により、実装に際して、ワイヤが突っ張ったり垂れ下がったりしても電氣的短絡を起こすことがない。

【0040】以下、本発明による被覆ボンディングワイヤを組成物の配合割合を変えて作成した実施例1〜6と従来のものとの比較のために作成した比較例1〜4について、種々の試験を行なった結果を記述する。

【0041】実施例1〜6と比較例1、2は、下記に示すエポキシ樹脂、フェノール樹脂硬化剤、硬化促進剤、及び熱可塑性樹脂または可とう化剤を用い、その塗料組成物の配合割合を表1に示す。このようにして得られた塗料組成物をN-メチルピロリドンとブチルセロソルブからなる溶剤を用い固形分濃度10%に希釈し、直径25μmの金製ボンディングワイヤの外周面に2回塗布を行い、その後このワイヤを270℃の加熱炉に線速度7m/分の条件で通過させることによって硬化させた。塗料組成物の全硬化時間は、ワイヤの加熱炉の通過を連続的に20回繰り返すことによって120秒とした。このような操作によって各種エポキシ樹脂からなる絶縁被覆膜を形成した。

【0042】比較例3のポリウレタン樹脂からなる絶縁被覆膜はブロック化イソシアネート樹脂、オルソフタル酸系ポリオール及びオクテン酸亜鉛からなる塗料組成物を実施例と同様な方法でワイヤに塗布、硬化させて得た。比較例4のワイヤ絶縁被覆膜はポリエステルイミド樹脂を溶剤で固形分濃度10%に希釈し、実施例と同様な方法でワイヤに塗布後、硬化させて得た。

【0043】得られた塗膜の特性並びにワイヤボンディ

9

ング工程において行う放電加工時のボール形成能と塗膜除去性を表1に、またボール直上の塗膜の溶け上がり量、耐クリープ性及び耐こすり性を表2に示した。放電 \* エポキシ樹脂

10

\*条件としては、放電ギャップ0.5mmにおいて電流40mA、1パルス幅1.88msを5回放電した。

【0044】

(A) 3官能ビスフェノールA型  
エポキシ樹脂

エポキシ当量

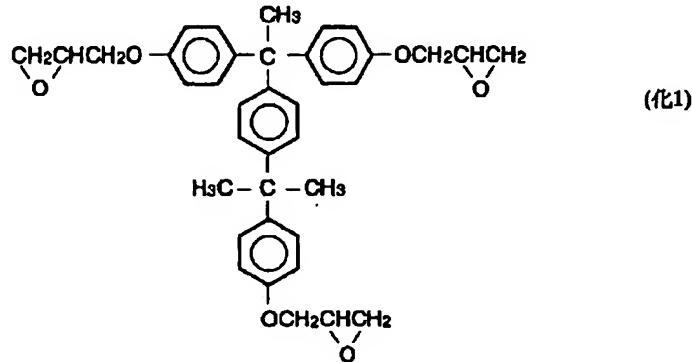
215

軟化点 (°C)

63

【0045】

※ ※ 【化1】



【0046】

(B) ビスフェノールAノボラック型  
エポキシ樹脂

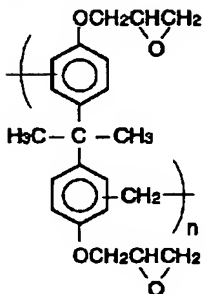
210

75

【0047】

★ 【0048】

【化2】



(化2)

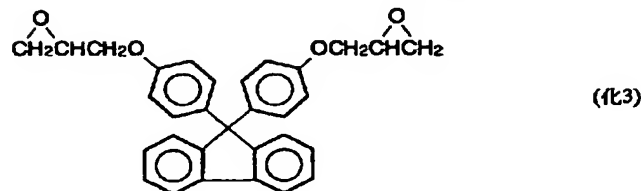
(C) カルドエポキシ樹脂

246

76

【0049】

☆ ☆ 【化3】



(化3)

【0050】

(D) ナフタレン型エポキシ樹脂

250

67

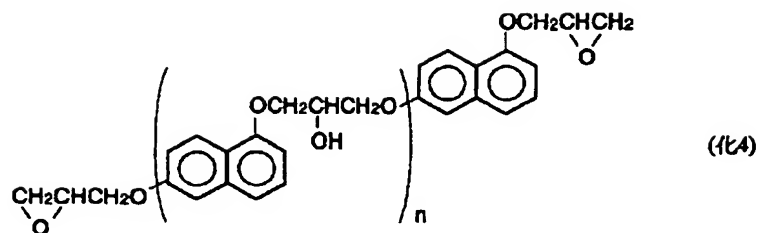
【0051】

【化4】



11

12



【0052】

(E) 2官能ビスフェノールA型  
エポキシ樹脂

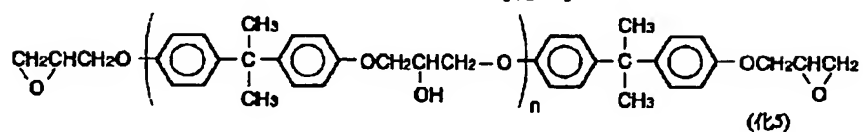
475

68

【0053】

10

\* \* 【化5】



【0054】

フェノール樹脂

OH当量

軟化点 (℃)

(F) パラビニルフェノール樹脂  
(分子量6000)

120

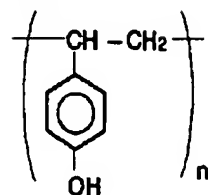
160

20

※ 【0056】

【0055】

【化6】



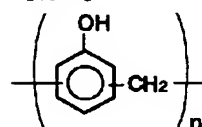
(G) フェノールノボラック樹脂

106

74

【0057】

【化7】



硬化促進剤

2E4MZ: 2-エチル-4-メチルイミダゾール

熱可塑性樹脂

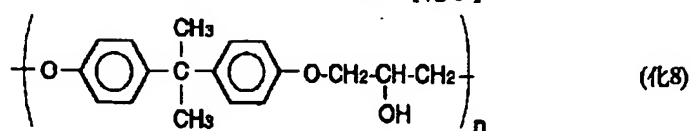
分子量

(H) フェノキシ樹脂

約30000

【0059】

☆40 ☆ 【化8】



【0060】

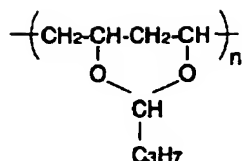
(I) ポリビニルブチラール

約43000

【0061】

【化9】

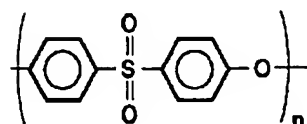
13



【0062】

(J) ポリエーテルスルホン

【0063】



【0064】可とう化剤

(K) 末端カルボキシル基変性ブタジエン・アクリロニトリル共重合体のエポキシ樹脂予備反応品

液状の末端カルボキシル基変性ブタジエン・アクリロニトリル共重合体（分子量：3500、カルボキシル基含量：2.4%、アクリロニトリル含量：17%）と2官能ビスフェノール型エポキシ樹脂（エポキシ当量：187、粘度：25℃で120ポイズ）をモル比で1対2の割合で混合した後、150℃4時間反応させることによって末端カルボキシル基変性ブタジエン・アクリロニトリル共重合体のエポキシ樹脂予備反応品を得た。この予備反応品を可とう化剤として用いた。

【0065】表中の各種特性は以下の方法により測定した。

【0066】1. ピンホール：1m長さの被覆ワイヤを電解質液に入れた後、10Vの電圧を印加し、その時出てきた泡の数をピンホール数として数えた。

【0067】2. ガラス転移温度（T<sub>g</sub>）：樹脂被覆ワイヤを用い、誘電率測定装置によって誘電正接（tan δ）の温度特性を昇温速度3℃/分で測定し、tan δの最も大きな変化を示す温度をガラス転移温度（T<sub>g</sub>）とした。

【0068】3. 塗膜性と取扱性：樹脂被覆ワイヤの表面平滑性と均一性を蛍光顕微鏡で観察した。また、被覆ワイヤを急角度で曲げて塗膜の割れの観察を行った。総合的に良かったものを○、表面平滑性と均一性または塗膜の割れの観察においてどちらかが不良であったものを△、両方とも不良であるものを×で判定した。

【0069】4. 熱分解温度：塗膜組成物を180℃6時間で硬化した後、硬化物を粉碎し、熱天秤を用い、昇温速度10℃/分で重量減少率を測定した。重量減少率

14

(化9)

約17700

\* \* 【化10】

(化10)

90wt%になる温度を熱分解温度とした。

【0070】5. ボール偏心：放電加工後のワイヤのボール偏心を走査型電子顕微鏡を用いて外観判定した。10個の試料の中で偏心の有る試料を不良としその数を数えた。

【0071】6. 塗膜除去性：放電加工後のワイヤの塗膜除去性を走査型電子顕微鏡を用いて外観判定し、樹脂被覆膜が炭化によってワイヤ表面に付着しているものを調べた。

【0072】7. 耐クリープ性：被覆ワイヤがチップエッジなどに接触した状態でモールドレジンを押しつけられると被覆膜が破壊され短絡する恐れがある。短絡しにくさを比較するために、以下のような耐クリープテストを行なった。即ち、高温でチップエッジを被覆ワイヤに押しつけたときの短絡に至るまでの時間を測定する。荷重3gで空中に水平に張った被覆ワイヤを180℃のベーク炉に入れ温度が安定した後に、0.5gの荷重を掛けた45°に傾けたチップを下降させ被覆ワイヤ上に置く。チップを置いてから、チップエッジとワイヤ芯材が短絡するまでの時間を求め、耐クリープ性を評価した。

【0073】8. 耐高温こすり性：被覆ワイヤがチップエッジなどに接触した状態でモールドレジンを押されながらチップエッジに繰返し擦り付けられると短絡の恐れがある。擦りによる短絡しにくさを比較するために、以下のような耐高温擦りテストを行なった。7項と同様にして、45°に傾けたチップを被覆ワイヤに置いた後すぐに被覆ワイヤを1mmの振幅で動かす。被覆膜が擦り取られチップエッジとワイヤ芯材が短絡するまでの時間を測定する。

【0074】

【表1】

表1 ワイヤ塗膜の組成配合と諸特性

		実 施 例						比 較 例			
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
組成配合 重量部	エポキシ樹脂	A(64)	←	←	B(66)	C(67)	D(67)	A(64)	E(82)	ポリウレタン樹脂	ポリエステルイミド樹脂
	フェノール樹脂硬化剤	F(36)	←	←	G(34)	F(33)	F(33)	F(36)	G(18)		
	硬化促進剤	2E4MZ(4)						2E4MZ(4)			
	熱可塑性樹脂	H(10)	I(10)			I(10)	J(10)		H(10)		
	可とう化剤			K(10)	K(15)						
ワイヤ特性	塗膜厚(μm)	1.2	1.2	1.3	1.4	1.2	1.4	1.2	1.3	1.2	1.2
	ピンホール(個/mm)	2	1	2	2	3	4	無数	2	2	10
	Tg (℃)	162	158	172	175	180	160	165	110	120	187
	塗膜性・取扱性	○	○	○	○	○	○	×	○	○	△
フィルム特性	熱分解温度(℃)	580	575	583	582	590	595	597	545	580	620
ボール形成能	ボール偏心	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	1/10	0/10	0/10	2/10
	塗膜除去性(*1)	○	○	○	○	○	△	○	○	○	×

(\*1) 炭化の状態 炭化なし(○), 炭化による付着がやや有り(△), 炭化による付着が顕著(×)

【0075】

\* \* 【表2】

表2 被覆ワイヤ特性の比較

	ボール塗り上げ量 (μm)	中間部除去性	耐クリープ性 (175°C)	耐こすり性 (175°C)	Tg (°C)
エポキシ (実施例5)	○ (190μm)	○	20S	50∞	180
ポリウレタン (比較例3)	△ (300μm)	△	0s	0∞	120
ポリエステル イミド(比較例4)	×	×	40s	150∞	187

○; 炭化及び樹脂のふくれなく良好 △; 多少樹脂がふくれる ×; 炭化有り除去不可

【0076】表1～2から明らかなように、本実施例の耐熱エポキシ樹脂被覆ボンディングワイヤはポリウレタン樹脂に比較しTgが高く、またピンホール、塗膜性でもポリウレタンと同等に良好である。また、放電時の炭化物残りも無く、ボール直上の溶け上がり量も、ポリウレタンの300μmに比べて190μmと短い。一方、ポリエステルイミドはTgは高いものの炭化物残りが著しく使用不可である。また、耐クリープ性、耐高温擦り性でもポリエステルイミドには及ばないもののポリウレタンに比較して優れている。

【0077】つぎに、上記のようにして得られた樹脂被覆ボンディングワイヤを用い、42アロイ系のリードフレームに搭載したシリコンチップ(6×6mm)表面のアルミニウム電極とリードフレーム間とのワイヤボンディング性を調べた。ボンディングの不圧着または引っ張り強度が2g以下のワイヤが発生した半導体装置をボンディング不良とし、不良率を表3に示す。

【0078】また、上記の被覆ワイヤによって、ボンディング状態の異なる3種類の半導体装置を製作した。図1及び図2はその状態を示す部分断面図であり、被覆が不良になった状態を示している。3種類の状態とは、図

1に示すようなチップ接触状態(図1中、実線で示す)、または図2に示すようなダイパッド接触状態(図2中、実線で示す)、並びにチップまたはダイパッド接触の無い正常なボンディング状態(図1中、破線で示す)であり、ボンディング終了後、半導体チップをエポキシ樹脂封止材でモールド(外形20×14mm、厚さ2.5mm)して、175℃5時間硬化し、それぞれの半導体装置を製作した。図中、1はダイパッド、2は被覆ボンディングワイヤ、3は金属線、4は被覆膜、5はインナーリード、6は金属ボール、7はパッシベーション膜、8は半導体チップ、9はボンディングパッドである。

【0079】これらの半導体装置の温度サイクル試験を実施し、それぞれの接触状態並びに通常状態における短絡率を比較実験した。その結果を表3に合わせて示す。

【0080】なお、比較例1はワイヤ被覆膜の割れが随所にみられたため、温度サイクル試験を行うことができなかった。また、比較例4はボンディング不良を起こした試料を除いた残りの試料を用いて温度サイクル試験を行った。

【0081】

【表3】

表3 半導体装置の各種信頼性

		実 施 例						比 較 例			
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
ボンディング不良率(%)*		0	0	0	0	0	0	—	0	0	6
温度サイクル試験 [1000サイクル] の不良率(%) (-55℃→150℃)	チップタッチ 状態	0	0	0	0	0	0	—	5	2	0
	タブタッチ 状態	0	0	0	0	0	0	—	4	2	0
	通常の状態	0	0	0	0	0	0	—	3	2	0

試験数 n=100個を対象とした時の不良率

\* 不圧着又は引張り強度2g以下が発生した半導体装置を不良と定義

【0082】表2、3から明らかなように、本実施例の耐熱エポキシ樹脂被覆ボンディングワイヤを用いた半導体装置は、樹脂の炭化の問題がないため、比較例1、4と比べてボンディング性が優れる。また、上記耐熱性エポキシ樹脂からなる絶縁被覆膜は、比較例2と3と比べて耐熱性にも優れるため、各種試験を経ても不良率が小さく信頼性の低下がみられない。このように、本実施例の絶縁被覆膜はそのままチップまたはダイパッド並びにワイヤ間の接触が生じる状態となっても問題が生じない。

【0083】以上、本発明者によってなされた発明を、前記実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

## 【0084】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0085】(1) 本発明によれば、絶縁被覆膜がガラス転移温度125℃以上のエポキシ樹脂とフェノール樹脂硬化剤からなる組成物から構成されており、耐熱性に優れているという効果がある。

【0086】(2) 本発明によれば、絶縁被覆膜がガラス転移温度125℃以上のエポキシ樹脂とフェノール樹脂硬化剤からなる組成物から構成されており、耐湿性に優れているという効果がある。

【0087】(3) 本発明によれば、絶縁被覆膜がガラス転移温度125℃以上のエポキシ樹脂とフェノール樹脂硬化剤からなる組成物から構成されており、電気特性特に誘電損失の点で優れているという効果がある。

【0088】(4) 本発明によれば、分散粒子を形成する可とう化剤を含有しているので、被覆膜が強靱化し、屈曲などの外的な力による被覆膜のひびや剥離などを抑えることができるという効果がある。

【0089】(5) 本発明によれば、相溶性又は分散性にすぐれた熱可塑性樹脂を含むので、被覆膜としての均一性や柔軟性を確保することができるという効果がある。

【0090】(6) 本発明によれば、主に炭素、酸素並びに水素からなる樹脂構造であるため、高温での熱分解時に炭化物等が発生してワイヤボンディング時の接合信頼性を阻害することが無いので、ボンディング性に優れているという効果がある。

【0091】(7) 本発明によれば、前記効果(1)乃至(6)により、半導体チップの実装に際して、ワイヤ自体が突っ張ったり垂れ下がってチップまたはタブに接触したり、ワイヤ間の接触がおきても電気的な短絡を起こすことがないという効果がある。

【0092】(8) 本発明によれば、前記効果(7)により、信頼性に優れた半導体装置を製造することができるという効果がある。

## 【図面の簡単な説明】

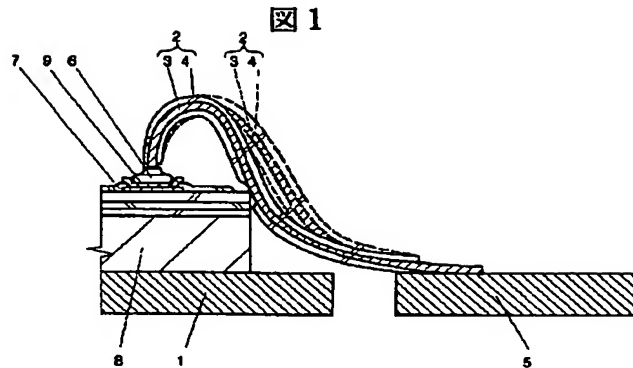
【図1】被覆ボンディングワイヤのチップ接触状態を示す部分断面図、

【図2】被覆ボンディングワイヤのダイパッド接触状態を示す部分断面図である。

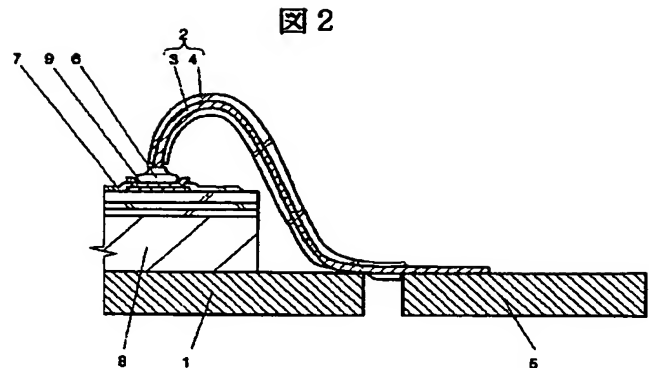
## 【符号の説明】

1…ダイパッド、2…被覆ボンディングワイヤ、3…金属線、4…被覆膜、5…インナーリード、6…金属ボール、7…パッシベーション膜、8…半導体チップ、9…ボンディングパッド。

【図 1】



【図 2】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 6 年 4 月 1 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】耐熱被覆材およびそれを用いた被覆ボンディングワイヤ

フロントページの続き

(51)Int.Cl. 6

H 0 1 B 7/34

H 0 1 L 21/60

識別記号

庁内整理番号

A

3 0 1 F

F I

技術表示箇所

(72)発明者 渡辺 宏  
 東京都小平市上水本町 5 丁目 20 番 1 号 株  
 式会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 坪崎 邦宏  
 東京都小平市上水本町 5 丁目 20 番 1 号 株  
 式会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 秋山 雪治  
 東京都小平市上水本町 5 丁目 20 番 1 号 株  
 式会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 三木野 博  
 東京都小平市上水本町 5 丁目 20 番 1 号 株  
 式会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 安倍 武明  
 東京都三鷹市下連雀 8 丁目 5 番 1 号 田中  
 電子工業株式会社内

(72)発明者 荏原 武彦  
 東京都三鷹市下連雀 8 丁目 5 番 1 号 田中  
 電子工業株式会社内